

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-370703

(43)Date of publication of application : 24.12.1992

(51)Int.Cl.

G01B 11/00  
G05B 19/405  
G06F 15/62  
G06F 15/70

(21)Application number : 03-146371

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 19.06.1991

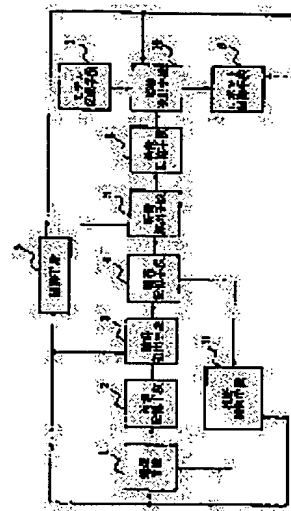
(72)Inventor : KAWAKAMI HAJIME

## (54) METHOD AND DEVICE FOR DETECTING THREE-DIMENSIONAL OBJECT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To detect precisely the attitude and position of a three-dimensional object without using any special illumination effect.

**CONSTITUTION:** Images of a group of contour shapes obtained by observing a three-dimensional object so that a line of sight passes through the centroid of the contour shapes from every direction of the line of sight are stored in a model storage means 7, and an image pickup means 1 which can control a station point and the line of sight is controlled by a visual field control means 11 so that the centroid of the contour shapes determined from the images of the three-dimensional object inputted by the image-pickup means 1 may coincide with the optical axis. The degree of difference between the images of the contour shapes obtained in the state wherein the aforesaid condition is satisfied and the images which the model storage means 7 stores is determined in an attitude detecting means 10, and the attitude of the three-dimensional object being seen is calculated from the result of the determination.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Not Available Copy

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-370703

(43)公開日 平成4年(1992)12月24日

(51) Int. Cl. <sup>8</sup>	類別記号	庁内整理番号	F I	技術表示記号
G 0 1 B 11/00	H	7625-2F		
G 0 5 B 19/405	D	9064-3H		
G 0 6 F 15/62	4 1 5	8320-5L		
15/70	3 5 0 Z	9071-5L		

審査請求 未請求 請求項の数5 (全 13 頁)

(21)出題番号 特願平3-146371

(22)出願日 平成3年(1991)6月19日

(71)出願人 G00004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 川上 登

東京都港区芝五丁目7番1号日本郵船株式  
会社内

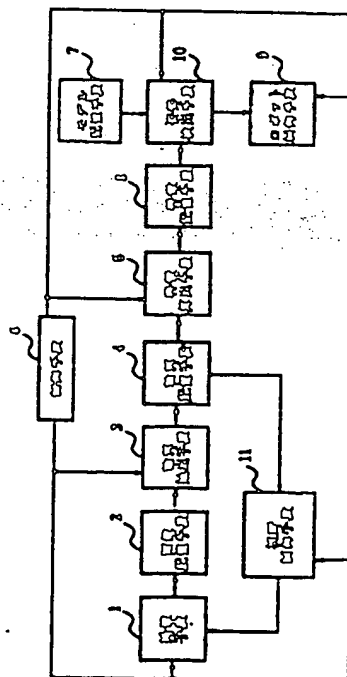
(74)代理人 弁護士 内原 晋

(54)【発明の名称】 三次元物体の検出方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】特別な照明効果を用いることなく三次元物体の姿勢及び位置を精度よく検出する。

【構成】あらゆる視線方向から視線が陥郭形状の重心を通過するように三次元物体を観測して得られる陥郭形状の画像をモデル記憶手段7に記憶し、視点と視線を制御できる撮像手段1で入力された三次元物体画像から求められる陥郭形状の重心が光軸と一致するように視野制御手段11で撮像手段1を制御する。上記条件が満たされた陥郭形状の画像とモデル記憶手段7が記憶する画像との相異度を姿勢検出手段10において求め、その結果から見えている三次元物体の姿勢を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 視線が重心を通過する状態で観測された輪郭形状と、三次元物体の前記輪郭形状を予めあらゆる視線方向から前記状態で観測して合成された前記三次元物体のモデルと、このモデルと前記観測された輪郭形状とを照合して前記三次元物体の姿勢と位置を検出することを特徴とする三次元物体の検出方法。

【請求項2】 視線が重心を通過する状態であらゆる方向から観測して得られる三次元物体の輪郭形状群の画像が記憶されるモデル記憶手段と、指定された視点と視線方向とにより三次元物体画像を出力する描像手段と、前記三次元物体画像の輪郭形状を描出する輪郭描出手段と、前記輪郭形状の重心位置が光軸と一致するように前記描像手段を制御する視野制御手段と、前記輪郭形状と前記輪郭形状群との照合により前記三次元物体の姿勢を検出する姿勢検出手段とを有することを特徴とする三次元物体の検出装置。

【請求項3】 あらゆる視線方向から視線が輪郭形状の重心を通過するように三次元物体を観測することにより得られる輪郭形状群の画像モデルを予め記憶するモデル記憶手段と、指定された視点と視線方向とにより三次元物体画像を出力する描像手段と、三次元物体画像から求められる輪郭形状の面積が極大になるように前記描像手段を制御する能動的輪郭描出手段と、前記輪郭形状の重心位置が光軸と一致するように前記描像手段を制御する視野制御手段と、前記輪郭形状と前記輪郭形状群との照合により前記三次元物体の姿勢を検出する姿勢検出手段とを有することを特徴とする三次元物体の検出装置。

【請求項4】 あらゆる視線方向から視線が輪郭形状の重心を通過するように三次元物体を観測して得られる輪郭形状群の記述を記憶する拡張モデル記憶手段と、指定された視点から指定された視線方向で観測された三次元物体画像を出力する描像手段と、前記三次元物体画像から輪郭形状を求める輪郭描出手段と、前記輪郭形状の重心位置が光軸と一致するように前記描像手段を制御する視野制御手段と、前記輪郭形状と前記輪郭形状群の記述と照合する三次元情報描出手段を具備し、見えている

$$G. (\xi, \eta) = 1/k(u, v)$$

第2段階として文献1の299～333頁に記載されている照度差ステレオ手法で検出されるトーラス物体100の図5(B)に示す法線方向群 $\{n_i, i=1, 2, \dots, N\}$ の単位球面上でのヒストグラム $G. (\xi', \eta')$  ※

$$G. (\xi', \eta') \leftarrow G. (\xi', \eta') + 1$$

ただし $(\xi', \eta')$ は単位球面上の位置 $S(\xi', \eta')$ における法線方向が $n_i$ と一致する様に選択される。

【0006】第3段階として文献1の439～440頁※

$$R: (\xi, \eta) = (\xi', \eta') R$$

見えているトーラス物体の姿勢として検出していた。

【0007】

※三次元物体の姿勢と位置を検出することを特徴とする三次元物体の検出装置。

【請求項5】 あらゆる視線方向から視線が輪郭形状の重心を通過するように三次元物体を観測して得られる輪郭形状群の記述を記憶する拡張モデル記憶手段と、指定された視点から指定された視線方向に観測した三次元物体画像を出力する描像手段と、前記三次元物体画像から求められる輪郭形状の面積が極大になるように前記描像手段を制御する能動的輪郭描出手段と、前記輪郭形状の重心位置が光軸と一致するように前記描像手段を制御する視野制御手段と、前記輪郭形状と前記輪郭形状群の記述と照合する三次元情報描出手段を具備し、見えている三次元物体の姿勢と位置を検出することを特徴とする三次元物体の検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は三次元物体の検出方法及び装置に関し、特に産業用ロボットに部品を組み立てさせるとき、部品の位置や姿勢を検出させる三次元物体の検出方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の三次元物体の検出方法及び装置において、文献1、ベソルド・ケー・ピー・ホーン(Berthold, K. P. Horn)、ロボットビジョン(Robot Vision)、ザミットプレス(The MIT Press)、365～399頁、423～451頁、1986。に記載の技術により図5(A)に示すトーラス物体100の姿勢を検出する手法を説明する。

【0003】第1の段階では、予めトーラス物体100の表面上の各点 $P(u, v)$ で算出されるガウス曲率を $k(u, v)$ とし、点 $P(u, v)$ におけるトーラス物体100の法線方向 $n(u, v)$ と同じ法線方向を持つ単位球面上の位置を $S(\xi, \eta)$ としたとき、式(1)でモデル $G. (\xi, \eta)$ を合成する。

【0004】

$$\dots (1)$$

※ $\eta'$ は見えているトーラス物体の特徴量として式(2)で求める。

【0005】

$$\dots (2)$$

※に記載されている手法でモデル $G. (\xi, \eta)$ とヒストグラム $G. (\xi', \eta')$ を照合することにより座標系 $\xi - \eta$ と $\xi' - \eta'$ の座標変換行列 $R$ を式(3)で求め、

$$\dots (3)$$

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の三次元物体の検出方法及び装置では、屋外で使用された場合に

外乱光の影響等で見えている三次元物体表面の法線方向を精度良く検出するのは困難であるため、見えている三次元物体の姿勢が正しく求められるという問題がある。

【0008】本発明の目的は、屋外でも使用できる三次元物体の姿勢や位置の検出が正しくできる三次元物体の検出方法及び装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】第1の発明の三次元物体の検出方法は、視線が重心を通過する状態で観測された始形形状と、三次元物体の前記始形形状を予めあらゆる視線方向から前記状態で観測して合成された前記三次元物体のモデルと、このモデルと前記観測された始形形状とを照合して前記三次元物体の姿勢と位置を検出する。

【0010】第2の発明の三次元物体の検出装置は、視線が重心を通過する状態であらゆる方向から観測して得られる三次元物体の始形形状群の画像が記憶されるモデル記憶手段と、指定された視点と視線方向とにより三次元物体画像を出力する撮像手段と、前記三次元物体画像の始形形状を抽出する始形抽出手段と、前記始形形状の重心位置が光軸と一致するように前記撮像手段を制御する視野制御手段と、前記始形形状と前記始形形状群との照合により前記三次元物体を姿勢を検出する姿勢検出手段とを有する。

【0011】第3の発明の三次元物体の検出装置は、あらゆる視線方向から視線が始形形状の重心を通過するように三次元物体を観測することにより得られる始形形状群の画像モデルを予め記憶するモデル記憶手段と、指定された視点と視線方向とにより三次元物体画像を出力する撮像手段と、三次元物体画像から求められる始形形状の面積が極大になるように前記撮像手段を制御する能動的始形抽出手段と、前記始形形状の重心位置が光軸と一致するように前記撮像手段を制御する視野制御手段と、前記始形形状と前記始形形状群との照合により前記三次元物体の姿勢を検出する姿勢検出手段とを有する。

【0012】第4の発明の三次元物体の検出装置は、あ

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = 1$$

式(4)で定義される球面上の座標式(5)

$$(\cos \phi_1 \sin \theta_1, \sin \phi_1 \sin \theta_1, \cos \theta_1) \quad \dots (5)$$

で表わされる位置Pijにおける法線方向を式(6)とす 40※【0016】

※

$$n(\phi_1, \theta_1) = (\cos \phi_1 \sin \theta_1, \sin \phi_1 \sin \theta_1, \cos \theta_1) \quad \dots (6)$$

第3段階として、図7に示すW軸が $n(\phi_1, \theta_1)$ と対向する座標系O、-u-v-wを設定し、上記座標系O、-u-v-wのu-v平面を $\pi_{11}$ とする。第4段階として、前記三次元物体101を平面 $\pi_{11}$ に平行投影して生成される始形形状を前記座標系O、-u-v-wで測り、始形形状の重心位置を式(7)で求める。

【0017】

あらゆる視線方向から視線が始形形状の重心を通過するように三次元物体を観測して得られる始形形状群の記述を記憶する拡張モデル記憶手段と、指定された視点から指定された視線方向で観測された三次元物体画像を出力する撮像手段と、前記三次元物体画像から始形形状を求める始形抽出手段と、前記始形形状の重心位置が光軸と一致するように前記撮像手段を制御する視野制御手段と、前記始形形状と前記始形形状群の記述と照合する三次元情報抽出手段を具備し、見えている三次元物体の姿勢と位置を検出する。

【0013】第5の発明の三次元物体の検出装置は、あらゆる視線方向から視線が始形形状の重心を通過するように三次元物体を観測して得られる始形形状群の記述を記憶する拡張モデル記憶手段と、指定された視点から指定された視線方向に観測した三次元物体画像を出力する撮像手段と、前記三次元物体画像から求められる始形形状の面積が極大になるように前記撮像手段を制御する能動的始形抽出手段と、前記始形形状の重心位置が光軸と一致するように前記撮像手段を制御する視野制御手段と、前記始形形状と前記始形形状群の記述と照合する三次元情報抽出手段を具備し、見えている三次元物体の姿勢と位置を検出する。

【0014】

【作用】本発明の第1の原理は、視線が始形形状の重心を通過する状態で観測される見えている三次元物体の始形形状を、同様の条件で予めあらゆる視線方向から観測して合成された始形形状群と照合することにより、見えている三次元物体の姿勢を検出するものである。ここに、三次元物体の姿勢とは同図におけるモデル座標系O-X-Y-ZとTVカメラ座標系O-x-y-zの基底変換として定義されるものである。

【0015】例えば、図6に示す三次元物体101が与えられたとき、第1段階として三次元物体101にモデル座標系O-X-Y-Zを設定する。第2段階としてモデル座標系O-X-Y-Zを

$$M_0 = (U_{m0} \ V_{m0} \ 0) \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} \quad \dots (7)$$

【0018】第5段階として、平面 $\pi_{11}$ において、mを原点とする座標系o-u-v-wを設定する。

50 【0019】第6段階として、座標系o-u-v-wに

において、w軸上の位置を式(8)の

【0020】

$$F = (0 \ 0 \ -d) \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} \quad \text{--- (8)}$$

\* 【0022】

$$m_i = (U_{mi} \ V_{mi} \ 0) \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} \quad \text{--- (9)}$$

【0023】第7段階として $m_i$ が零ベクトルでない場合、輪郭形状の重心位置が原点となる様に三次元物体101の原点位置を式(10)の値に変更する。

【0021】焦点Fとして平面 $\pi_i$ に一点投影される三次元物体101の輪郭形状を座標系o-u-vで測り、重心位置を式(9)で求める。

\* 【0024】

$$\Delta(\phi_i, \theta_j) = -\alpha \cdot m_i = \{-\alpha(U_{mi} \ V_{mi} \ 0) + (0 \ 0 \ \beta)\} R(\phi_i, \theta_j, 0) \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

$$\text{ただし、}\alpha = 1 + D_0/d, D_0 = O\theta_0.$$

--- (10)

【0025】第8段階として原点位置を変更した後の三次元物体101を平面 $\pi_i$ に一点投影して生成される輪郭形状を座標系o-u-vで測り、重心位置が原点となるまで第7段階の処理を繰り返し、その条件が満たされ※

※た段階で求まる輪郭形状の主軸方向に基づき、図6におけるTVカメラの座標系o-x-y-zを式(11)～式(13)の様に定める。

【0026】

$$e = (\cos \eta_{ij} \ \sin \eta_{ij} \ 0) \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} \quad \text{--- (11)}$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \eta_{ij} & \sin \eta_{ij} & 0 \\ -\sin \eta_{ij} & \cos \eta_{ij} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} \quad \text{--- (12)}$$

$$* R(\phi_i, \theta_j, \eta_{ij}) \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

但し

$$R(\phi, \theta, \eta) = \begin{bmatrix} \cos \eta & \sin \eta & 0 \\ -\sin \eta & \cos \eta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & -\cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \phi & \sin \phi & 0 \\ -\sin \phi & \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

--- (13)

【0027】第9段階として、この時点で前記では平面に写っている輪郭形状 $g(x, y, \phi_i, \theta_j)$ の式(14)、式(15)に示すモーメント不変量と主軸方

向の式(16)を図8に示す姿勢図102の $(\phi_i, \theta_j)$ で定める位置に記憶する。

【0028】

$$I^1 = \zeta_{20} + \zeta_{02}$$

$$I_2 = (\zeta_{20}^2 - \zeta_{02}^2) + 4\zeta_{11} \quad \text{--- (14)}$$

但し

$$\zeta_{pq} = \mu_{pq} / \mu_{00}, \quad r = (p+q)/2 + 1$$

$$\mu_{00} = M^{00}$$

$$\mu_{20} = M^{20} + \mu_{10} M^{10}$$

$$\mu_{02} = M^{02} + \mu_{01} M^{01}$$

$$\mu_{11} = M^{11} + \mu_{01} M^{10}$$

$$\mu_{10} = M^{10} / M^{00}$$

$$\mu_{01} = M^{01} / M^{00}$$

$$M^{(pq)} = \iint x^p y^q g(x, y; \phi_i, \theta_j) dx dy \quad \text{--- (15)}$$

$$\eta = \tan^{-1} \{ 2\mu_{11} / (\mu_{20} - \mu_{02}) \} \quad \text{--- (16)}$$

【0029】第10段階として、以上の処理を球面上の複数個の位置  $P_i$  について繰返す。第11段階として三次元物体101について、Z軸が光軸でx-y平面が撮像面となるTVカメラから入力した画像から始形形状  $g_0(x, y)$  を抽出する。

【0030】第12段階として、始形形状  $g_0(x, y)$  の重心位置  $m_0$  を算出し、重心位置  $m_0$  が予め求めておいた画面内での光軸位置Cに一致しない場合には重心位置  $m_0$  が光軸位置Cに一致するようにTVカメラの位置を移動させる処理をくり返す。

\* 【0031】第13段階として、始形形状  $g_0(x, y)$  の重心位置  $m_0$  が光軸位置Cに一致した時点で始形形状  $g_0(x, y)$  の式(14)に示したモーメント不変量  $I_1, I_2$  と主軸方向  $\eta$  を算出する。

【0032】第14段階として、前記姿勢図102に記憶されているモーメント不変量を  $I_1(\phi_i, \theta_j)$ 、 $I_2(\phi_i, \theta_j)$  と表わしたとき、モーメント不変量  $I_1, I_2$  との相異度が式(17)で

【0033】

$$D(\phi_i, \theta_j) = \sum_{n=1}^2 (I_n(\phi_i, \theta_j) - I_n)^2 \quad \text{--- (17)}$$

【0034】最小となる図8の姿勢図102の位置  $\phi_i, \theta_j$  をみつけ、その位置から主軸方向  $\eta$  を取り出す。第15段階として式(13)に示す  $R(\phi, \theta, \eta)$  を用いて表される三次元物体101に設定された座標系O-X-Y-ZからTVカメラに設定された座標系O-x-y-zへの基底変換行列を式(18)として見えている三次元物体101の姿勢を抽出する。

【0035】

$$R(\phi_k, \theta_L, \eta_{KL} + \eta) \quad \text{--- (18)}$$

【0036】本発明の第2の原理は、第1の原理の第11段階で求められる始形形状  $g_0(x, y)$  の面積が図大になるようにTVカメラを移動させることにより、始形形状  $g_0(x, y)$  のモーメント不変量、及び主軸方向を安定させ、その結果姿勢抽出精度を向上させるものである。

【0037】本発明の第3の原理は、第1の原理の第9段階で式(14)に示すモーメント不変量と式(16)に示す主軸方向と式(15)に示す0次のモーメント  $M^{00}$  を記憶しておき、第1の原理の第13段階で同様の処理の他に始形形状  $g_0(x, y)$  の0次のモーメントと

して面積Sを算出し、第1の原理の第14段階で同様の処理の他に、0次のモーメントを  $S_{00}$  として取り出し、第1の原理の第15段階で同様の処理の他に式(10)に示すD<sub>KL</sub>を用いて式(19)で距離を算出する。

【0038】

$$D_{KL} = D_0 \sqrt{S / S_{KL}} \quad \text{--- (19)}$$

【0039】

【実施例】次に本発明について図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施例のブロック図である。

【0040】三次元物体101をロボットに掴ませる図1の三次元物体の検出装置において、モデル記憶手段7は作用の項で説明の第1段階から第10段階の手順で合成された図8の姿勢図102を記憶している。この装置の動作は、制御手段6がロボットアームの手先に設けたCCDTVカメラの撮像手段1を起動して始まる。

【0041】起動された撮像手段1は図9(A)に示す三次元物体101の画像103を画像記憶手段2に記憶して処理を終了する。撮像手段1が処理を終了すると制御手段6は始形抽出手段3を起動する。起動された始形抽出手段3は、第1段階として三次元物体の画像103

を  $i(x, y)$  と表わしたとき、

[0042]

$$d(x, y) = \left| \iint i(x-u, y-v) f(u, v) du dv \right| \quad \dots (20)$$

$$\text{但し、} f(u, v) = (u, v) e^{-(u^2 + v^2)/2}$$

[0043] 式(20)で合成される微分強度画像  $d(x, y)$  の強度ヒストグラム  $h(d)$  を作成する。第2段階として例えば文献2大津辰之: 判別および最小2乗規準に基づく自動しきい値選定法, 電子通信学会論文誌, 1980年, 第4号, 349~356頁に記載され\*

ている手法により、強度ヒストグラム  $h(d)$  に適用して求められる閾値  $T$  を用いて式(21)により図9(B)に示す2値のエッジ画像104を合成する。  
[0044]

$$i'(x, y) = 1 \quad (d(x, y) > T) \\ = 0 \quad (d(x, y) \leq T) \quad \dots (21)$$

第3段階として2値のエッジ画像104に含まれる領域毎に算出される面積率のうち、値が最大である領域を1で塗りつぶした図9(C)に示す輪郭画像105を輪郭記憶手段4に記憶して処理を終了する。輪郭抽出手段3※  $|M-C| < \epsilon$

※が処理を終了すると制御手段6は視野制御手段11と駆動する。起動された視野制御手段11は、第1段階として輪郭画像105の重心  $M$  を算出する。第2段階として予め求めておいた画面内の光軸位置  $C$  と表わしたとき  $\dots (22)$

式(22)が満たされない場合には撮像手段1を構成するロボットアームの位置を式(23)の位置に移動させ★  
現在の位置 +  $(M-C)$

★が処理を終了する。  
[0045]

$\dots (23)$

視野制御手段11が処理を終了すると制御手段6は撮像手段1から始まる一連の処理を式(22)が満たされるまでくり返した後に特徴算出手段5を起動する。起動された特徴算出手段5は式(14)と(16)を用いて算出される輪郭画像105のモーメント不変量  $I_1'$  と  $I_2'$ 、及び主軸方向  $\eta$  を特徴記憶手段8に記憶して処理★

$$R(\phi, \theta, \eta, n)$$

をロボット制御手段9に出力して処理を終了する。姿勢検出手段10が処理を終了すると制御手段6はロボット制御手段9を起動する。起動されたロボット制御手段9は姿勢検出手段10が出力する基底変換行列から見えていた三次元物体101が握めるロボットの姿勢を決めた後、文献1の443~444頁に示されているアルゴリズムに従ってロボットに三次元物体101を握ませてすべての処理を終了する。

[0046] 図2は本発明の第2の実施例のブロック図である。三次元物体101をロボットに握ませる図2の三次元物体の検出装置において、この装置の動作は、第1の実施例で説明した手順と同様にして進み、制御手段6は能動的輪郭抽出手段12を起動する。起動された能動的輪郭抽出手段12は第1段階として輪郭抽出手段3の第1段階から第3段階で説明した手順と同様にして図9(C)に示す輪郭画像105を合成する。第2段階として撮像手段1を構成するロボットアームを制御することにより、TVカメラ座標系  $O-x-y-z$  の  $x$  軸を  $\Delta\theta$ 、だけ回転させた後に上述した手順と同様に処理して合成される図10に示す輪郭画像106の面積を、輪郭画像105の面積と比較する手順をTVカメラ座標系  $O-x-y-z$  の各軸に対してくり返すことにより求まる面積が極大となる輪郭画像を輪郭記憶手段4に記憶して

★を終了する。特徴算出手段5が処理を終了すると制御手段6は姿勢検出手段10を起動する。起動された姿勢検出手段10は作用の第14段階で説明した手法により求められる姿勢図102の位置  $\phi$  と  $\theta$ 、主軸方向  $\eta$ 、及び式(13)に示す  $R(\phi, \theta, \eta)$  を用いて表現される基底変換行列の式(24)

$\dots (24)$

処理を終了する。能動的輪郭抽出手段12が処理を終了すると制御手段6は視野制御手段11を起動し、その後の動作は第1の実施例で説明した手順と同様に進み、起動されたロボット制御手段9がロボットに、三次元物体101を握ませてすべての処理を終了する。

[0047] 図3は本発明の第3の実施例のブロック図である。三次元物体101をロボットに握ませる図3の三次元物体の検出装置において、拡張モデル記憶手段14は作用の第3の原理で説明した姿勢図102を記憶している。この装置の動作は、第1の実施例で説明した手順と同様にして進み、三次元情報抽出手段13が起動される。起動された三次元情報抽出手段13は作用の第3の原理で説明した基底変換行列  $R(\phi, \theta, \eta)$  と距離  $D_{11}$  をロボット制御手段9に出力し、処理を終了する。三次元情報抽出手段13が処理を終了すると、制御手段6はロボット制御手段9を起動する。起動されたロボット制御手段9は第1段階として視線方向に対して距離  $0.9D_{11}$  だけロボットハンドを素早く移動させた後に第1の実施例で説明した手順と同様にして三次元物体101をロボットに握ませてすべての処理を終了する。

[0048] 図4は本発明の第4の実施例のブロック図である。三次元物体101をロボットに握ませる第2と

第3の実施例を用いた図4の三次元物体の検出装置において、拡張モデル記憶手段14は第3の実施例で説明した姿勢図102を記憶している。この装置の動作は第2の実施例で説明した手順と同様に違ひ、三次元情報抽出手段13が起動される。三次元情報抽出手段13が起動された後の処理は第3の実施例で説明した手順と同様に違ひ、起動されたロボット制御手段9がロボットに三次元物体101を掴ませてすべての処理を終了する。

【0049】なお、以上の説明で、画像記憶手段2と特徴記憶手段4と特徴記憶手段8とモデル記憶手段7と拡張モデル記憶手段14とはメモリで構成でき、制御手段6はメモリとマイクロプロセッサで構成でき、ロボット制御手段9は現在のポット技術で構成できる。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、照度差ステレオ手法等の照明効果を利用した処理部を含まないため、屋外等の照明条件を設定するのが困難である環境下でも見えている三次元物体の姿勢及び位置を精度よく検出できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

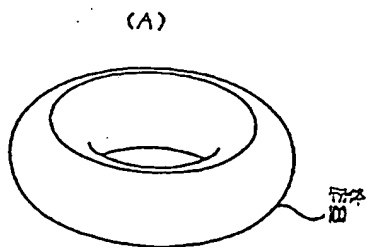
【図1】本発明の第1の実施例のブロック図である。

【図2】本発明の第2の実施例のブロック図である。

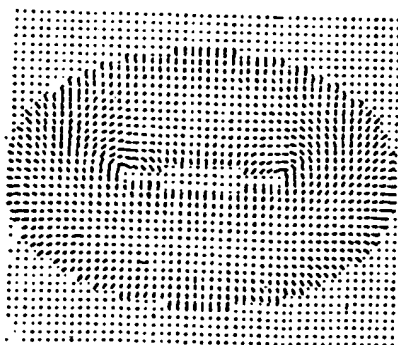
【図3】本発明の第3の実施例のブロック図である。

【図4】本発明の第4の実施例のブロック図である。

【図5】



(B)



【図5】従来の三次元物体の検出方法を説明するための図である。

【図6】本発明の作用を説明するための図である。

【図7】本発明の作用を説明するための図である。

【図8】本発明の作用を説明するための図である。

【図9】第1の実施例の動作を説明するための図である。

【図10】第2の実施例の動作を説明するための図である。

【符号の説明】

- 1 検出手段
- 3 特徴抽出手段
- 4 特徴記憶手段
- 5 特徴算出手段
- 6 制御手段
- 7 モデル記憶手段
- 8 特徴記憶手段
- 9 ロボット制御手段
- 10 姿勢検出手段
- 11 視野制御手段
- 12 能動的特徴抽出手段
- 13 三次元情報抽出手段
- 14 拡張モデル記憶手段

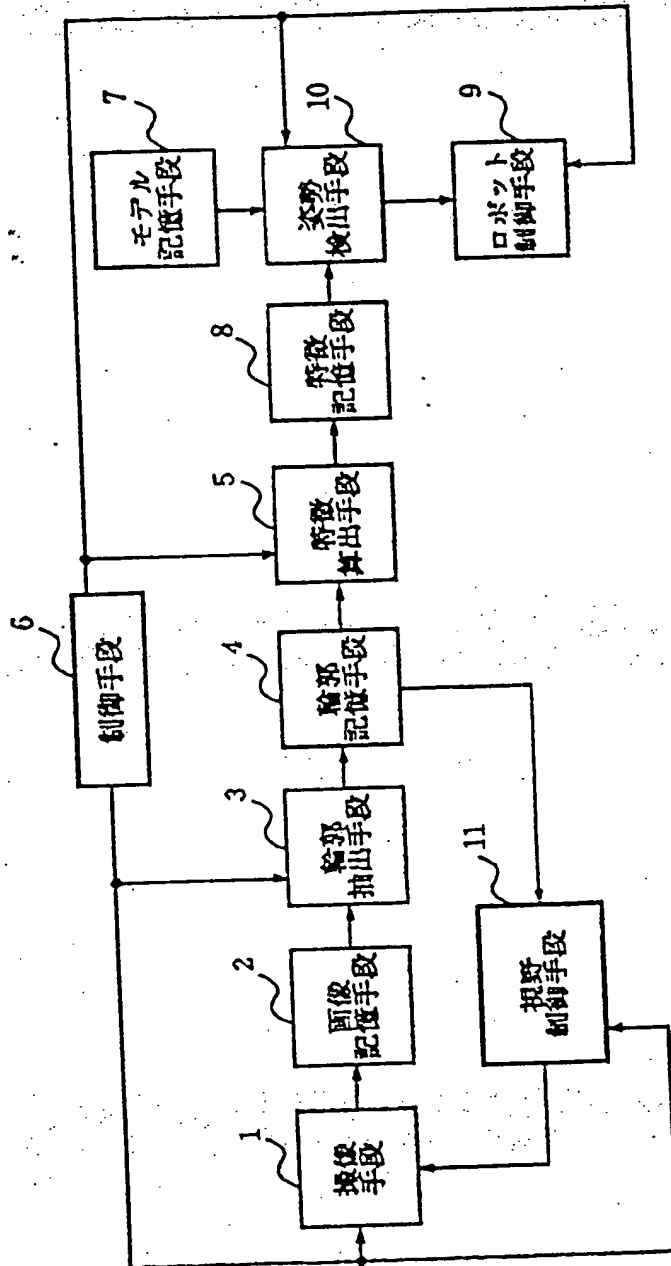
【図8】

102

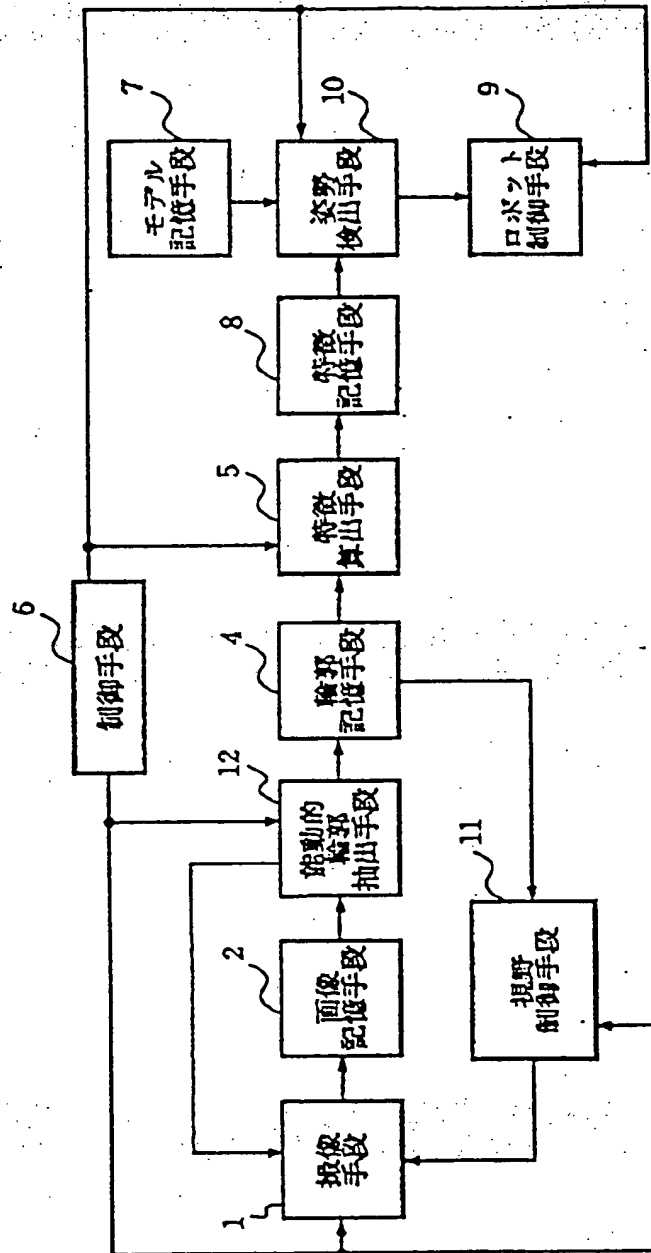
	$\phi_0$	$\phi_1$	$\phi_2$	$\phi_i$	$\phi_n$
$\theta_0$					
$\theta_1$					
$\theta_2$					
$\vdots$					
$\theta_i$					
$\vdots$					
$\theta_n$					



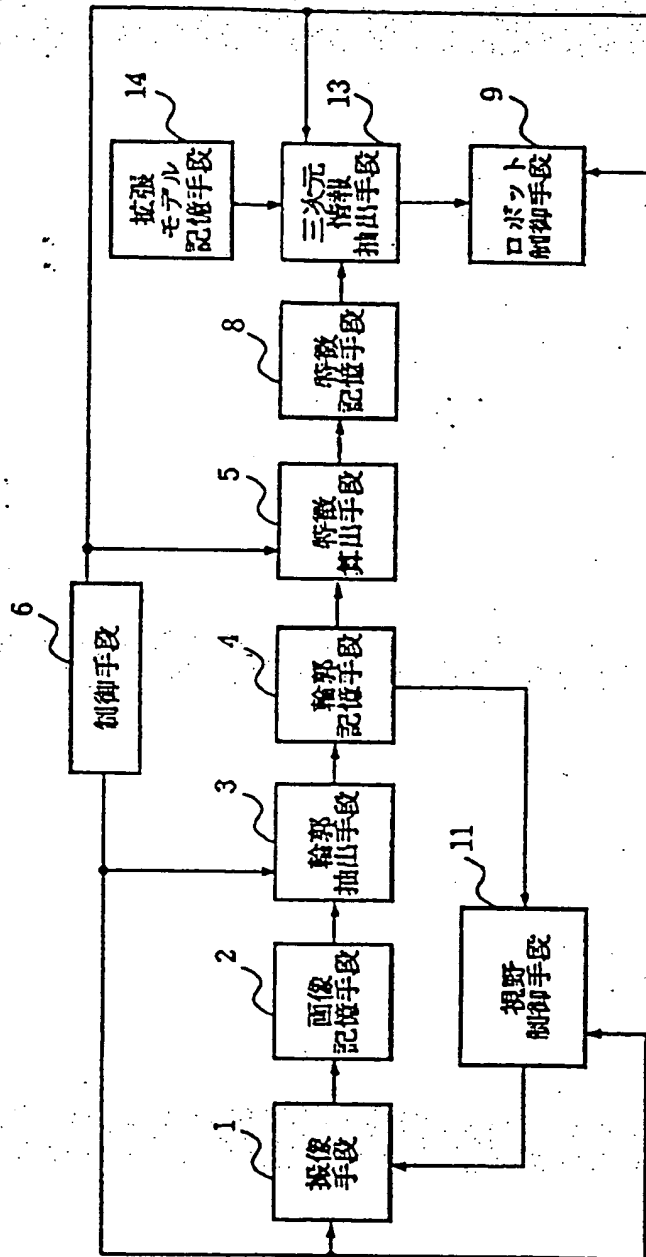
【図1】



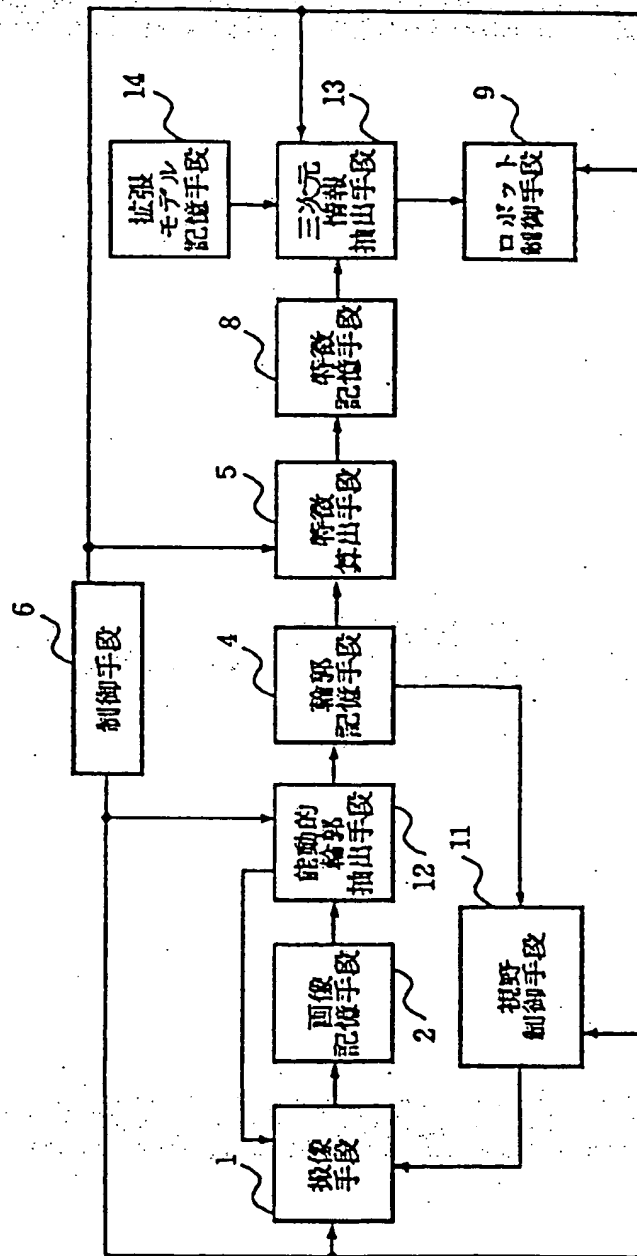
【22】



【図3】

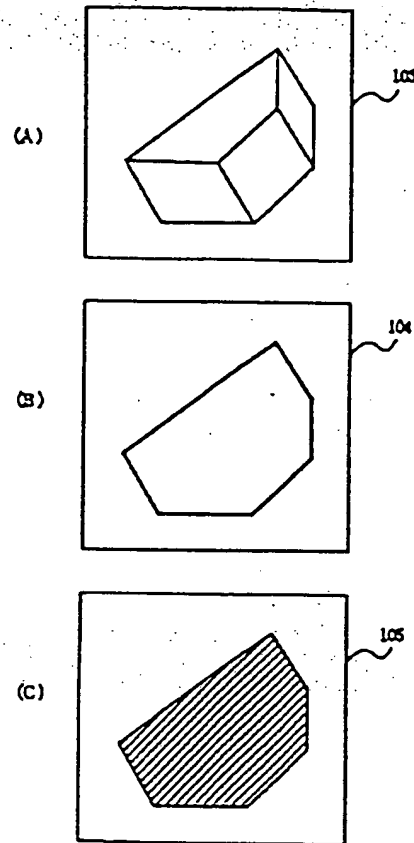


【図4】





【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**